

世界主要空间国家空间科学发展态势综述*

文 / 尤亮　白青江　孙丽琳　吴季
中国科学院国家空间科学中心 北京 100190

【摘 要】文章从发展战略、发展规划、经费投入、计划任务等几个方面，对美、欧、俄、日、印等几个主要空间国家（组织）的空间科学发展战略和计划进行了调研，分析归纳了国际空间科学发展战略的特点，以期为我国制定和实施可持续发展的空间科学发展战略与计划提供参考。

【关键词】 空间科学，发展战略，发展规划，空间科学计划

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2015.06.004

外层空间是人类共同的财富，探索外层空间是人类不懈的追求。21世纪以来，空间科学与技术的发展日新月异，人类探索宇宙的步伐越来越频繁，人类活动向太空的延伸也越来越深远。当前，世界空间活动呈现蓬勃发展的景象，空间活动对人类文明和社会进步的影响进一步增强。空间科学作为与重大科技突破和人类生存发展密切相关、能够引领密集技术创新的前沿交叉学科，在国家发展中发挥着越来越重要的作用，成为世界强国高度重视和争相支持的重要学科领域[1]。

1 国际各主要空间国家发展战略最新进展与未来空间科学计划

近年来，国际上新的空间规划相继发布，卫星任务陆续实施[2]，科学发现不断涌现，科学合作更加广泛。

2013年8月，国际空间探索协调组发布新版《全球探索路线图》，提出各国通过协调努力，以国际空间站为起点，继续为向月球、近地小行星和火星进发的空间探索任务做准备，各参与机构认为载人空间探索将成为最成功的国际合作典范[3]。

2011—2014年全世界共发射了约60颗空间科学卫星，取得了一系列科学成果与发现。2012年8月，美国国家航空航天局（NASA）“好奇”（Curiosity）号火星车在火星成功着陆，开始了其寻找火星生命的旅程，找到了更多的早期火星曾存在水和早期火星大气逃逸的证据。2013年9月，NASA“旅行者”（Voyager）号探测器飞出日球层边界，进入了星际空间，被认为是人类科学史上最伟大的成就之一。2014年，开普勒卫星发现了900颗系外行星，将已确认发现的系外行星数目翻倍。2014年，欧洲空间局（ESA）“罗塞塔”（Rosseta）号探测器搭载的“菲莱”（Philae）着陆器在彗星“丘留莫夫·格拉西缅科”（67P）上成功登陆，实现

* 资助项目：中科院空间科学战略性先导科技专项（XDA04000000）
修改稿收到日期：2015年11月5日

了人类探测器首次登陆彗星。

1.1 美国

近年来，美国正式组建了众议院科学、航天与技术委员会（CSST），NASA设立了载人探索与运行任务部（HEO）、空间技术任务部（ST）。在总体空间规划方面，出台了《全球探索路线图》（GER）《战略空间技术投资规划》（SSTIP），并分别于2011年和2014年发布了其战略规划及科学规划[4]，美国国家研究理事会（NRC）发布了《天文学和天体物理学的新世界和新视野》《太阳与空间物理——服务于技术社会的科学》《2013—2022年美国行星科学的发展愿景》《空间地球科学及应用——未来十年及以后的国家需求》《面向空间探索的未来——新时代的生命和物理科学研究2016—2030》等多个领域的10年规划报告，列出了多个领域未来空间科学任务建议，对今后10年及更远期进行了规划[5-8]。



在月球探测方面，2010年，NASA取消重返月球计划——“星座计划”[9]；2011年，NASA发射了“重力勘测和内部研究实验室”（GRAIL）；2012年，GRAIL提前完成主要任务并按计划撞击月球。NASA正致力于研制在月球探寻利用水资源的机器人。在火星探测方面，NASA将载人空间探索的优先目标确定为火星，计划于2020年再次发射火星车，重点探寻火星过去生命迹象、收集并带回火星岩岩芯及土壤等，公布了登陆火星“三步走”计划，即：主要依托国际空间站的第一阶段、数日间返回地球的地-月空间“试验场”第二阶段，以及实施火星邻近区域包括火星卫星的载人任务并最终登陆火星的第三阶段。







在航天飞机计划方面，2011年，“亚特兰蒂斯”号航天飞机返回地面并退役，标志着NASA为期30年的航天飞机计划的结束，美国与俄罗斯签署了国际空间站宇航员运送合同，同时投资开发全新的空间运输系统，启动了商业轨道运输服务项目并已取得初步成功，下一步还将实施商业载人项目，计划从美国本土采用美国制造的航天器把宇航员送上太空[10]。在国际空间站方面，2011年，国际空间站主体建造完成，进入全面应用阶段，已完成600多项科学研究和技术试验，其中许多项目有助于在医药、人体循环系统以及对宇宙的基本了解方面取得进步。国际空间站将维持运营至2024年，预期将开展数千项的科学实验、科学观测、空间应用和技术试验，将是人类有史以来规模最大的空间研究活动。

在经费投入方面，近几年NASA总预算略呈小幅下滑态势，2015财年申请预算174.61亿美元，比2014财年减少了2.54亿美元，但其中空间科学预算基本保持稳定在50亿美元水平（表1）。2011—2015年间，空间科学预算占NASA总预算的年平均比例为约27.5%（图1）。

在科学卫星任务方面，美国在天体物理、日球层物理、行星科学、空间地球科学4

表1 NASA年度经费总预算和空间科学预算表（单位：亿美元）

年份	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
总预算	190.00	187.24	177.11	177.15	174.61
空间科学*	50.06	50.17	49.11	50.18	49.72

*注：数据为NASA空间科学预算，未含微重力科学、空间生命科学和空间基础物理领域的经费预算

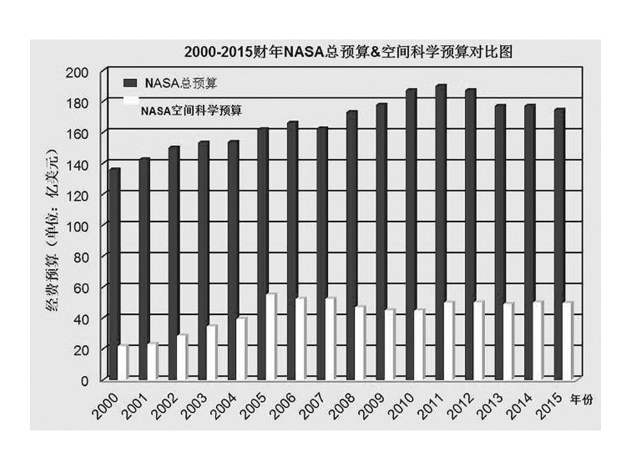


图1 2000—2015财年NASA总预算与空间科学预算对比图(单位:亿美元)

个领域部署了一系列科学卫星任务,未来5—10年内拟发射的空间科学卫星任务如表2所示。

1.2 欧洲

ESA分别于2011年12月、2012年11月和2015年2月吸收了罗马尼亚、波兰、爱沙尼亚和匈牙利为其正式成员国,使其正式成员国数量达到22个。2012年11月,ESA召开部长级会议,决定拨款100亿欧元投资ESA未来数年的空间活动和计划[11]。ESA借鉴英国航天政策经验,采取公私合作方式拓展商业市场。在国际合作方面,ESA在美国退出后与俄罗斯合作开展火星探测,在英国设立了应用与电信中心,与日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)签署了合作协议,为织女火箭选择乌克兰发动机,为越南发射对地观测卫星,并与中国联合征集遴选中欧联合空间科学卫星任务。

截至2014年底,ESA确定了其《宇宙憧憬(2015—2025)》规划及其他计划中的多项任务[12],包括两个大型任务(L级)——“木星冰卫探测器”(JUICE)(L1)和“雅典娜”任务(ATHENA)(L2);三个中型任务(M级)分别为“太阳轨道器”(Solar Orbiter)(M1)、“欧几里得”(Euclid)(M2)和“柏拉图”(PLATO)(M3)任务;小型任务(S级)已确定CHEOPS(S1,地外行星探索)项目,中欧联合空间科学卫星任务将作为第二个小型任务(S2)进行实施。接下来的大型科学任务(L3)将致力于探测引

表2 美国未来5—10年拟发射科学卫星任务

序号	时间	科学卫星任务	所属计划/经费	所属领域
1	2016年	冰、云及陆地高程二号卫星(ICESat II)	“地球系统任务”计划/3亿美元	空间地球科学
2		“洞悉”号(InSight)	4.25亿美元	行星科学
3	2017年	凌日系外行星勘测卫星(TESS)	基于大学团队的项目/2亿美元	天体物理
4		GRACE后续任务(GRACE-FO)		空间地球科学
5	2018年	太阳探针(Solar Probe Plus)		日球层物理
6		詹姆斯·韦伯空间望远镜(JWST)	“旗舰”计划/88.35亿美元	天体物理
7		气候绝对辐亮度和折射观测卫星(CLARREO)	“地球系统任务”计划/2.65亿美元	空间地球科学
8	2020年	火星2020任务(MARS2020)		行星科学
9	2021年	形变、生态系统结构和冰川动力学卫星(DESDynI)	“地球系统任务”计划/7亿美元	空间地球科学
10	暂无	火星科学轨道器(MSO)		行星科学

力波。ExoMars火星生命探测项目确定与俄罗斯联合实施。

尽管受到金融危机的影响,2011—2015年ESA总经费预算和空间科学预算总体仍呈增长态势,分别由2011年的39.94亿欧元和7.08亿欧元增至2015年的44.33亿欧元和7.77亿欧元。2011—2015年间,ESA空间科学投入占其总投入的年平均比例约为17.8%(表3)。

在科学卫星任务方面,ESA按照"宇宙憧憬"规划的L、M、S级不同规模任务,在天体物理、行星探测、太阳和空间物理及基础物理4个领域择优实施,另外还将实施对地观测计划中的地球探索项目,以及国际合作项目。ESA未来5—10年拟发射的科学卫星如表4所示。



1.3 俄罗斯

2011年,在遭遇5次发射失败后,俄罗斯提出重组俄罗斯航天局(Roscosmos)、将俄罗斯航天工业合并成为股份公司的变革航天工业的建议;2013年底,Roscosmos被一分为二,承担研制和生产航天设备的企业被合并到新成立的联合火箭航天集团公司(URSC),作为总承包商,同时保留Roscosmos作为行政机构在航天项目中充当组织者和国家订货商,并负责制定国家航天政策;2015年7月,俄罗斯总统普京签署了在合并Roscosmos和URSC的基础上成立俄罗斯国家航天集团公司(ROSCOSMOS)的法案,旨在完善空间活动的管理体系,保持和发展火箭航天工业机构的科研和生产潜力。在发展战略方面,2012年,俄罗斯航天局向政府提交《2030年前航天活动发展战略》草案,2013年公布了《2013—2020年俄罗斯航天活动》国家规划,提出2020年前俄罗斯航天投入的优先方向为:保障俄罗斯进入空间的通道、研制航天设备满足科学需求、载人航天[13]。在火星探测方面,"福布斯-土壤"任务发射失败,俄罗斯加入了ESA的ExoMars计划。







在经费投入方面,根据《2013—2020年俄罗斯航天活动》国家规划,俄罗斯在未来几年将投入2.1万亿卢布(约合700亿美元)支持航天事业发展[14]。根据俄联邦2014—2016年预算草案,2016年航天活动联邦专项计划预算拨款量将会增加277亿卢布,主要用于实施俄罗斯全球卫星导航系统"格罗纳斯"(Glonass)计划。2010—2015年期间,俄罗斯宇宙空间研究和利用项目经费预算占俄罗斯联邦航天局总经费预算的年平均比例约为21.1%(表5)[15]。

在科学卫星任务方面,俄罗斯将实施空间天文台、月球探测和取样返回、行星探测等多项任务。俄罗斯未来10年计划发射的

表3 ESA年度经费总预算和空间科学预算表(单位:亿欧元)

年份		2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
总预算		39.938	40.20	42.821	41.021	44.33
空间科学	科学项目	4.648	4.797	5.079	5.065	5.079
	机器人探索	1.294	1.23	1.386	1.349	1.558
	地球科学*	1.136	1.136	1.136	1.136	1.136

* 注:数据为ESA对地观测项目部经费预算中用于空间地球科学卫星研发的经费年平均数

表4 ESA未来5—10年计划发射的科学卫星任务列表

序号	拟发射时间	科学卫星任务	所属计划	所属领域
1	2015年	Lisa-Pathfinder任务		基础物理
2		“风神”大气动力学任务（ADM-Aeolus）	“地球探索”项目	空间地球科学
3	2016年	地球云、气溶胶与辐射测量任务（EarthCare）	与日本合作项目	空间地球科学
4		火星生命探测计划（ExoMars）“跟踪气体轨道器”（TGO）和“再入、下降及着陆演示器模块”（EDM）	“极光”计划，与俄罗斯合作	行星科学
5		Bepi-Colombo水星探测任务	“基石”级任务，与日本合作	行星科学
6		“太阳轨道器”（Solar Orbiter）	“宇宙憧憬”M级任务	太阳和空间物理
7	2017年	低成本卫星Proba-3		太阳和空间物理
8		地外行星描绘卫星（CHEOPS）	“宇宙憧憬”S级任务	天体物理
9	2018年	火星生命探测计划（ExoMars）火星着陆漫游车	“极光”计划，与俄罗斯合作	行星科学
10	2020年	欧几里德（Euclid）	“宇宙憧憬”M级任务	天体物理
11	2020—2024年	柏拉图（PLATO）计划	“宇宙憧憬”M级任务	天体物理
12	2021年	太阳风-磁层相互作用全景成像卫星计划（SMILE）	“宇宙憧憬”S级任务，中欧联合任务	太阳和空间物理
13	2022年	木星冰卫星探测器（JUICE）	“宇宙憧憬”L级任务	行星科学

表5 俄罗斯航天局年度经费总预算和空间研究预算表[15]（单位：亿卢布）

年份	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
总预算	845.78	942.41	1 439.83	1 650.51	1 658.14	1 806.33
宇宙空间研究和利用	233.12	230.10	341.48	339.34	280.12	332.53

科学卫星任务如表6所示。

1.4 日本

2010年7月以来，日本调整了空间政策，修改法律为发展军事航天系统铺平了道路，在内阁府设空间战略办公室总揽国家航天项目，并加强商业航天活动，参与商业航天竞赛[16,17]。日本在月球探测、小行星探测、水星探测、技术验证、试验小卫星、导航卫星等空间项目及空间运输系统研发等方面都取得了重要进展，并发布了长期空间开发利用计划。

表6 俄罗斯未来10年拟发射科学卫星任务

序号	拟发射时间	科学卫星任务	所属领域
1	2016年	Monitor Vsego Neba（MVN）	空间天文
2		火星生命探测计划（ExoMars）微量气体轨道器（TGO），再入、下降及着陆演示器模块（EDM），搭载了俄研发仪器	行星科学
3		贝皮·哥伦布水星探测计划（Bepi Colombo），搭载了俄研发仪器	行星科学
4	2017年	Luna-25（Luna-Glob）	行星科学
5		光谱-伦琴-伽玛天文卫星（Spectrum-RG）	空间天文
6		Space Complex “Ionozond”	空间物理 太阳物理
7	2018年	火星生命探测计划（ExoMars）漫游器，搭载了俄研发仪器	行星科学
8		Luna-Resours-orbiter（Luna-26）	行星科学
9	2019年	Luna-Resours-lander（Luna-27）	行星科学
10		RESONANCE	空间物理 太阳物理
11	2020年	Luna-Grunt（Luna-28）	行星科学
12		世界空间紫外天文台”（Spectr-UV/ WSO-UV）	空间天文
13	2020年左右	Apophis	行星科学
14	2022年	火卫一采样返回任务（Phobos-SR）	行星科学
15		Interhelioprobe	空间物理 太阳物理
16	2025年	Spectr-Millimetron	空间天文







日本分别与美国、意大利、挪威、法国、澳大利亚、韩国、越南和缅甸等国在众多不同领域开展了多层次的合作。

在经费方面，2010—2012年，JAXA的年度经费预算小幅下滑，由1 918亿日元降至1 834亿日元，2015年又增至1 840亿日元[18]。2010—2014年期间，JAXA空间科学项目经费占其总预算的年平均比例约为20%（表7）。

在空间科学卫星方面，JAXA将实施空间天文、空间地球科学、行星科学、太阳物理、空间物理等领域的任务。JAXA未来5年计划发射的空间科学卫星如表8所示。

1.5 印度

近年来，印度在月球探测、地球观测和火星探测方面取得较大进展，印度空间研究组织（ISRO）确定了“月球航行”-2（Chandrayaan-2）任务有效载荷配置[19]；2010年，ISRO提出拟在10年内发射30颗地球观测卫星，以加强空间技术在社会发展中的应

表7 JAXA年度经费总预算和空间科学及地球观测系统预算表(单位:亿日元)

年份		2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年[18]
JAXA总预算		1 918.00	1 866.00	1 834.00	1 854.00	1 816.00	1 840.00
空间科学	研究项目	129.01	207.37	169.42	261.82	162.52	114.32*
	探测项目	32.05	17.22	13.98			
地球观测系统		170.62	101.25	202.70	265.24	151.78	99.68**

* 仅为X射线天文卫星ASTRO-H的当年预算;
** 仅为第二颗温室气体观测卫星GOSAT-2及气候变化观测系列卫星GCOM-C的当年预算,其余数据未见公开资料报道

表8 JAXA未来5年拟发射的科学卫星任务

序号	时间	科学卫星任务	所属领域
1	2015财年及以后	ASTRO-H第六颗X射线天文观测卫星	空间天文
2		地球云、气溶胶与辐射测量任务(Earth Clouds Aerosols and Radiation Explore, EarthCare)	空间地球科学
3		BepiColombo水星探测任务	行星科学
4		全球变化观测任务-气候变化观测卫星1号(Global Change Observation Mission,GCOM-C1)	空间地球科学
5		温室气体观测卫星(Greenhouse gases Observing SATellite-2, GOSAT-2)	空间地球科学
6		地球空间探测器(Exploration of energization and Radiation in Geospace,ERG)	空间物理
7		月球着陆探测器(Moon lander,SELENE-2)	行星科学
8	约2020	Solar-C太阳探测计划	太阳物理

用。2013年,印度发射了火星轨道器,研究火星的大气[20];并希望成为第4个将人类送往太空的国家,将独立建造载人太空舱[21]。2015年9月,印度第一颗天文卫星ASTROSAT成功发射。

印度近年来航天预算持续增长,2011—2012财年预算较前一财年增长超过35%,2015—2016财年空间预算总额增至739亿卢比[22]。

在空间科学卫星方面,印度将实施行星科学、太阳物理等领域的任务。未来5年印度计划发射的科学卫星任务如表9所示。

2 国际空间科学发展战略特点

分析美、欧、俄、日、印等国际主要空间国家空间科学发展战略与任务计划方面的发展态势,可归纳出以下5个方面的特点。

(1)稳定空间科学投入。在空间科学投入方面,各国情况不一,体现了量力而为的特点。近年来NASA的总预算出现波动,由高峰时期2011财年的190亿美元下降至2015财年的174.61亿美元。2011—2015年间,ESA经费总预算和空间科学项目经费预算总体呈增长态势。俄罗斯航天局

表9 印度未来5年拟发射的科学卫星任务

序号	时间	科学卫星任务	所属领域
1	2015年	金星任务	行星科学
2	2017年	月球航行-2（Chandrayaan-2）	行星科学
3		Aditya-1日冕物质抛射探测（2017-2018年）	太阳物理

经费预算自2010年以来不断增长。日本JAXA的年度经费预算在2011—2015年间略有波动。印度近年来航天经费预算稳定增长。尽管各国年度空间总投入略有起伏，但空间科学投入总体保持稳定，NASA空间科学任务的年投入基本稳定在50亿美元左右，近几年ESA空间科学任务年投入也保持在7亿欧元水平之上，每年略有增长。



（2）更新发展规划。2010年以来，国际主要空间国家纷纷更新或新制定了一系列空间发展战略规划，为未来空间任务的部署实施指明了方向。美国出台了《全球探索路线图》《战略空间技术投资规划》，并发布了空间科学各领域的《十年调查》，确定了未来10年间拟开展任务的优先级；ESA确定了《宇宙憧憬（2015—2025）》规划及其他计划中的一系列卫星任务；俄罗斯批准了《2013—2020年俄罗斯航天活动》国家规划；其他如英国、意大利、日本、韩国、巴西等也制定并实施了各自新的空间发展战略规划。这些空间发展战略规划反映了各国在空间发展方面的前瞻性、长期可持续性及适应经济社会发展战略需求的必要的灵活性。






（3）完善机构建设，提高发展效能。近年来，国际主要空间国家纷纷开展了机构建设的完善工作：美国正式组建了众议院科学、航天与技术委员会，NASA将空间运行部与探索系统任务部合并为载人探索与运行任务部，新设立了空间技术任务部；ESA新吸纳了4个正式成员国，在英国设立欧洲空间应用与电信中心；英国航天局正式运行；俄罗斯更换了数任航天局局长，重构了国家航天机构；日本在内阁府设空间战略办公室总揽国家航天项目。这些机构改革和建设行为表明，国际主要空间国家期望通过机构建设提高效能和竞争力，促进本国本地区空间活动能力的提升与产业的发展。

（4）加强商业航天发展，鼓励私营航天企业参与航天事业。美国、ESA及其成员国、俄罗斯、日本等在新时期纷纷制定政策，采用联合或购买等方式，把部分航天产品与服务的生产和提供让渡给私营航天企业，一方面省出资源专注于更先进的科学技术研发与创新探索，保持领先优势和竞争力；另一方面促进本国、本地区商业航天发展，增加就业、培育市场，直接带动经济社会发展，使航天产业释放出更大的效益扩散效应。

（5）国际空间科学合作日益广泛而深入。空间科学合作是国际空间合作最活跃的领域，也是各国开展科技外交和国际政治活动的重要手段，跨国、跨机构、跨组织的国际空间合作呈现出由双边向多边、由单一层面向多层面、由交换发射机会向共同策划实施空间任务发展的态势，开放务实、合作共赢成为国际空间领域的共识。国际空间站作为国际合作的典例，已建成并转入全面使用阶段，各主要参与国家都在紧密部署更多科学和应用研究，并研制更多更高水平的科

学应用载荷送往国际空间站。其他国与国间的双边及多边空间合作、空间任务不同层级的合作、提供产品或服务的合作等,也都在积极活跃地开展。值得一提的是,中国作为国际空间科学领域的新兴力量,与ESA联合遴选并实施空间科学卫星任务,对开展国际空间合作起到了良好的促进作用。

3 借鉴与启迪

近年来,国际空间探索活动蓬勃发展,各国从科学到技术的竞争日趋激烈,空间科学与技术在国家发展中的战略地位与作用日益凸显。然而,与国际先进空间国家相比,我国实施的具备前沿性、探索性和原始创新性的重大科学计划任务还比较少且缺少持续经费支持,中国空间科学家开展研究使用的数据仍然以国外科学卫星已被分析过的探测数据为主,很难从中取得重大发现。即便是获得搭载机会或是实施独立立项的卫星计划,也由于试验机会少,致使有效载荷研制经验不足、探测仪器性能与世界先进水平差距较大,难以获取高质量的系统的探测数据。当前我国经济总量已跃居世界第二,正在实施创新驱动发展战略,空间科学发展面临着重大机遇,因此借鉴国际空间科学发展战略与部署的先进经验,着眼于我国创新跨越发展的战略需求,制定并实施先进的可持续发展的空间科学发展规划与计划任务,并对其进行持续稳定的支持,将极大地促进我国科学技术的跨越发展和我国整体科技实力的提升,为实现中华民族的伟大复兴铸就坚实的基础,并使中国有能力为人类的空间探索和技术进步及社会发展做出持续性的贡献。

参考文献

1 吴季. 空间科学——我国创新驱动发展的重要阵地. 中国科学院院刊,2014, 29(05):583-589.

2 中国科学院空间科学战略性先导科技专项研究团队. 开启中国认识宇宙的新篇章. 中国科学院院刊,2014, 29(06):754-763.

3 程绍驰. 新版《全球探索路线图》拟定. 国际太空,2014, 421(01):34-35.

4 NASA's Science Mission Directorate. NASA 2014 Science Plan. Washington: NASA, 2014.

5 Committee for a decadal survey of astronomy and astrophysics, board on physics and astronomy(BPA), space Studies board (SSB), division on engineering and physical sciences(DEPS), national research council. New Worlds New Horizons in Astronomy and Astrophysics. Washington: National Academies Press, 2010.

6 Committee on a decadal strategy for solar and space physics (heliophysics), space studies board(SSB), aeronautics and space engineering board(ASEB), division on engineering and physical sciences(DEPS), national research council. Solar and Space Physics: A Science for a Technological Society. Washington: National Academies Press, 2013.

7 Committee on the planetary science decadal survey, national research council. Vision and voyages for planetary science in the decade 2013—2022. Washington: National Academies Press, 2011.

8 Committee for the decadal survey on biological and physical sciences in space, national research council. Recapturing a future for space exploration: Life and physical sciences research for a new era. Washington: National Academies Press, 2011.

9 焦维新. 美国新太空探索计划剖析. 第二十三届全国空间探测学术交流会论文摘要集, 2010.

10 志豪. 对航天飞机退役的反思. 国际太空, 2011, (09):31-36.

11《航天工业管理》编委. ESA确定未来几年航天项目重点. 航天工业管理, 2012, (12):39-41.

12 Giovanni Bignami, Peter Cargill, Bernard Schutz, et al. Cosmic vision space science for europe 2015—2025. Noordwijk: ESA Pub lications Division, ESTEC, 2005.

13 王霄. 俄罗斯联邦2013—2020年国家航天活动规划. 卫星应用, 2014, (03):52-54.

14 王钢. 俄罗斯航天未来发展特点解读. 中国航天, 2013, (06):34-36.

15 魏雯. 2014—2016年俄联邦航天预算. 中国航天, 2014, (03):36-37.

16 赵贝贝. 日本空间法律政策的新发展. 学理论, 2014, (20):124-125.

17《航天器工程》编委. 日本寻求调整太空开支促进商业航天活

动. 航天器工程, 2010,(06):66.

18 王存恩. 2015财年日本航天开发预算分析. 国际太空, 2015, 435(03):25-34.

19 李虹琳. 印度将于2017年执行第二次月球任务. 国际太空,2014,(09):57-60.

20 张扬眉. 印度成功发射火星轨道器. 国际太空,2013,(12):52-58.

21 廖孟豪. 印度即将试飞可重复使用空间运载器技术验证机. 军民两用技术与产品,2015,(15):19.

22 江山. 印新财年为航天拨款12亿美元. 太空探索, 2015,(03):25.

Overview of Space Science Development Status and Trend of Major Space Powers

You Liang Bai Qingjiang Sun Lilin Wu Ji

(National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)







Abstract The space sience development strategy and plan of major space powers have evolved in several aspects, with the new progress in science and technology achieved in recent years. Committee on Science, Space and Technology in U.S. House was established in 2011. NASA created two new mission directorates named Human Exploration and Operation, and Space Technology. Space shuttles retired in 2011 after thirty-year service, and U.S. private space flight program and Mars robotic project have made great progress. The Global Exploration Roadmap and Decadal Survey in various disciplines of space science have been issued, with the priorities of space science missions planned to be implemented in next decade ranked. European Space Agency has signed Accession Agreement with Romania, Poland, Estonia, and Hungary, which made the number of its member states up to 22, and its space science missions of different classes (L, M, S and etc.) in Cosmic Vision 2015—2025 have been down-selected, with the selected ones successively put into implementation. Russian Federal Space Agency and Russian space industy have been under reform since 2011. Russian space activites carried out before 2020 were planned with its national plan issued in 2013, according to which Russian space budget will increase substaintially. As to Japan, Space Strategy Office was created in Japan Cabinet Office in 2012 to supervise overall space programs, which have continuously made breakthroughs. India has taken a rapid pace in Moon exploration and Mars program, and its space program's budget has increased continuously. Several features of internantional space science development strategy stand out and can be summarized as follows: investment in space science remains continuously stable, and major space powers have revised their space science plans or issued new ones; new space departments have been created or reformed to enhance efficiency; private sectors were encouraged to be involved in space flight activities to promote economic benefit; international cooperation has been further expanded. Space science plays a significant role in the whole national stategy. It is expected that China's space science plays a more and more important role in implementing our national innovation-driven development strategy.

Keywords space science, development strategy, development plan, space science program

尤亮 中科院国家空间科学中心工程师,经济学硕士。近5年来,先后参与了中国至2050年空间科技发展路线图战略研究、空间科学项目发展规划深化研究、2016—2030空间科学规划研究、民用航天“十三五”空间科学发展规划编制等研究工作以及中科院空间科学

战略性先导科技专项立项论证组织与支撑工作，完成对*Toward a global space exploration program: A stepping stone approach*和*Future of Space Astronomy: A Global Road Map for the Next Decades*两本COSPAR研究报告的翻译。主要从事规划论证和战略研究工作。E-mail:lighty@nssc.ac.cn

You Liang, an engineer with an M.A. in economics, has worked in recent five years as a team member of several strategic planning projects such as "Space Science & Technology in China: A Roadmap to 2050", "Further Study of China's Space Science Program Planning", "Prospect for Space Science in 2016—2030", and "Planning for Space Science in China's Civil Space Development during 13th Five-year plan". In 2010, he participated in the preparation work of Strategic Priority Program (SPP) on Space Science before its implementation. He has translated two reports into Chinese, namely Toward a Global Space Exploration Program: A Stepping Stone Approach, and Future of Space Astronomy: A Global Road Map for the Next Decades. His research interests include:strategic planning and study. E-mail:lighty@nssc.ac.cn

（接864页）

上海生科院发现参与调控肺癌生长转移的新分子及其信号机理

中科院上海生命科学院生物化学与细胞生物学所宋建国研究组揭示了一个经典的参与细胞骨架调控的蛋白分子新功能，即在肺癌细胞移植生长和特征性远端转移中的强烈作用，同时鉴定了该分子效应产生的机理。研究结果提供了对TGF-b/Smad2/3信号通路的调控及其在肺癌发展中的作用的新认识，对于肺癌相关治疗药物的研发或分子靶点的选择具有潜在的重要指导意义。相关研究成果发表在*Nature Communications*（DOI：10.1038/ncomms9230）上。

合肥研究院等在拓扑磁斯格明子研究中取得新进展

斯格明子（Skyrmion: S）是近些年才发现的新型拓扑纳米磁结构，因在低能耗、高密度磁存储器件方面具有潜在应用价值而备受关注。中科院合肥物质科学院强磁场中心田明亮研究组率先研究了尺寸受限体系中斯格明子的形成与运动规律。研究组利用强磁场中心内部的微、纳加工系统，制备了宽度与磁斯格明子大小可比的系列FeGe纳米条带，通过在条带的边缘包裹非晶金属，克服了高分辨洛仑兹透射电子显微镜磁成像中纳米小样品边缘干涉条纹的干扰，首次成功观察到纳米条带中一维斯格明子链结构。进一步的研究表明，纳米条带中斯格明子链来源于扭曲的边缘态。实验结果为以后磁斯格明子材料的潜在应用打下了很好的基础。相关研究成果发表在*Nature Communications*（DOI：10.1038/ncomms9504）上。

